

“十一五”国家科技支撑项目(2006BA07B01) 联合资助
中国科学院知识创新工程主要方向项目(kzcx2-yw-107)

东准噶尔斑岩铜矿成矿规律与成矿预测

徐兴旺 董连慧 屈迅 等著

地质出版社

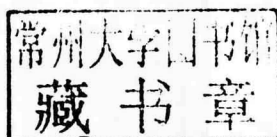
“十一五”国家科技支撑项目(2006BA07B01)

中国科学院知识创新工程主要方向项目(kzcx2-yw-107)

联合资助

东准噶尔斑岩铜矿成矿规律 与成矿预测

徐兴旺 董连慧 屈 迅 梁光河 梁广林 著
张连昌 邓 刚 周 刚 徐敏山 肖骑彬



地质出版社

· 北 京 ·

内 容 提 要

本书介绍了东准噶尔地区的区域成矿背景,对典型斑岩铜矿的成矿条件、成矿规律、成矿机理进行了研究,在此基础上,对该地区斑岩铜矿进行了技术评价,圈定了成矿靶区,进行了资源量预测。

本书可供从事铜矿勘查的科研与管理人员阅读参考,也可供相关院校师生参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

东准噶尔斑岩铜矿成矿规律与成矿预测 / 徐兴旺等
著. —北京:地质出版社, 2013. 11
ISBN 978-7-116-08615-9

I. ①东… II. ①董… III. ①准噶尔盆地-斑岩矿床-铜矿床-成矿规律-研究②准噶尔盆地-斑岩矿床-铜矿床-成矿预测-研究 IV. ①P618.41

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 258075 号

Dong Junggar Banyan Tongkuang Chengkuang Guilü yu Chengkuang Yuce

责任编辑:宫月萱 孙亚芸

责任校对:王洪强

出版发行:地质出版社

社址邮编:北京海淀区学院路 31 号, 100083

咨询电话: (010)82324508 (邮购部); (010)82324569 (编辑室)

网 址: <http://www.gph.com.cn>

传 真: (010)82310759

印 刷:北京地大天成印务有限公司

开 本: 787mm × 1092mm 1/16

印 张: 18.25

字 数: 444 千字

版 次: 2013 年 11 月北京第 1 版

印 次: 2013 年 11 月北京第 1 次印刷

审图号: GS (2013) 1368 号

定 价: 68.00 元

书 号: ISBN 978-7-116-08615-9

(如对本书有建议或意见,敬请致电本社;如本书有印装问题,本社负责调换)

前 言

新疆东准噶尔地区隶属哈萨克斯坦—准噶尔板块，位于中亚巨型斑岩铜矿带中部。西邻哈萨克斯坦境内巴尔喀什地区，是世界著名的斑岩铜矿矿集区，分布有科翁腊德、阿克斗卡、萨马尔斯克、科克赛等大型—超大型斑岩铜矿；东邻蒙古国境内分布有世界级超大型欧玉陶勒盖斑岩型铜矿床。因此，准噶尔造山带斑岩铜矿研究一直是斑岩铜矿研究的热点地区之一。20 世纪 70~80 年代，随着全国斑岩铜矿勘查和研究工作的兴起，准噶尔地区斑岩铜矿找矿及研究开始了探索性的工作，但进展不大。1998 年，新疆地质矿产勘查开发局在准噶尔南缘东天山地区取得了找矿重要突破，发现了土屋、延东大型斑岩铜矿床，探求铜矿资源量 $465 \times 10^4 \text{t}$ ，国内矿床地质工作者也开展了大量关于该地区斑岩铜矿的研究，发表了大量论文及专著。在土屋—延东铜矿突破的带动下，近年来准噶尔地区斑岩铜矿找矿工作取得了重要进展，在西准噶尔地区发现了包古图斑岩铜矿，在东准噶尔地区相继发现了哈腊苏、玉勒肯哈腊苏、蒙西、和尔赛及铜华岭等一系列斑岩铜矿，为开展此项研究提供了研究条件和资料基础。

本项研究属于“十一五”国家科技支撑计划重点项目“新疆大型矿集区预测与勘查关键技术研究”（2006BAB07B00）与中国科学院知识创新工程主要方向项目“新疆重点大型矿集区预测与勘查关键技术集成研究”（kzcx2-yw-107）联合资助的专题，名称为“东准噶尔喀腊萨依—北塔山—琼河坝一带斑岩型铜矿成矿条件研究与大型矿床靶区评价技术与应用研究”（2006BAB07B01-03），承担单位是中国科学院地质与地球物理研究所、新疆地质矿产勘查开发局。专题攻关目标任务是：以寻找大型、超大型铜（钼、金）矿床为目标，以位于准噶尔盆地东部、区域上介于额尔齐斯断裂与卡拉麦里断裂之间的希勒克特哈腊苏—喀腊萨依铜矿带、索尔库都克—希勒库都克—哈腊苏铜钼金矿带和琼河坝—乌伦布拉克矿铜钼金带为重点，研究东准噶尔地区重要斑岩铜（钼、金）成矿带的区域成矿背景、控矿因素和成矿规律，建立东准噶尔地区斑岩型铜（钼、金）矿成矿模式和找矿模型等成矿预测体系，研究“环准噶尔斑岩铜矿带”形成的构造动力学背景与形成机制，开展隐伏—半隐伏铜矿床定位预测研究，圈定、评价找矿靶区，初步建立东准噶尔地区干旱荒漠区等自然景观区的高精度大地测深物探、化探和遥感等勘查方法技术组合体系。

研究区位于新疆准噶尔盆地东缘，行政区划属新疆维吾尔自治区富蕴县、青河县、木垒县、吉木萨尔县、巴里坤县和伊吾县。地理拐点坐标：①东经 $90^{\circ}00'$ ，北纬 $46^{\circ}00'$ ；②东经 $89^{\circ}30'$ ，北纬 $47^{\circ}00'$ ；③东经 $88^{\circ}30'$ ，北纬 $47^{\circ}00'$ ；④东经 $88^{\circ}30'$ ，北纬 $45^{\circ}15'$ ；⑤东经 $94^{\circ}41'$ ，北纬 $43^{\circ}00'$ ；⑥东经 $96^{\circ}14'$ ，北纬 $43^{\circ}00'$ 。总体呈 NW—SE 向的不规则长条，东部边界为国界，与蒙古国接壤，面积约 $9.6 \times 10^4 \text{km}^2$ （图 0.1）。研究区在构造上主要介于额尔齐斯断裂带与卡拉麦里蛇绿岩带之间。

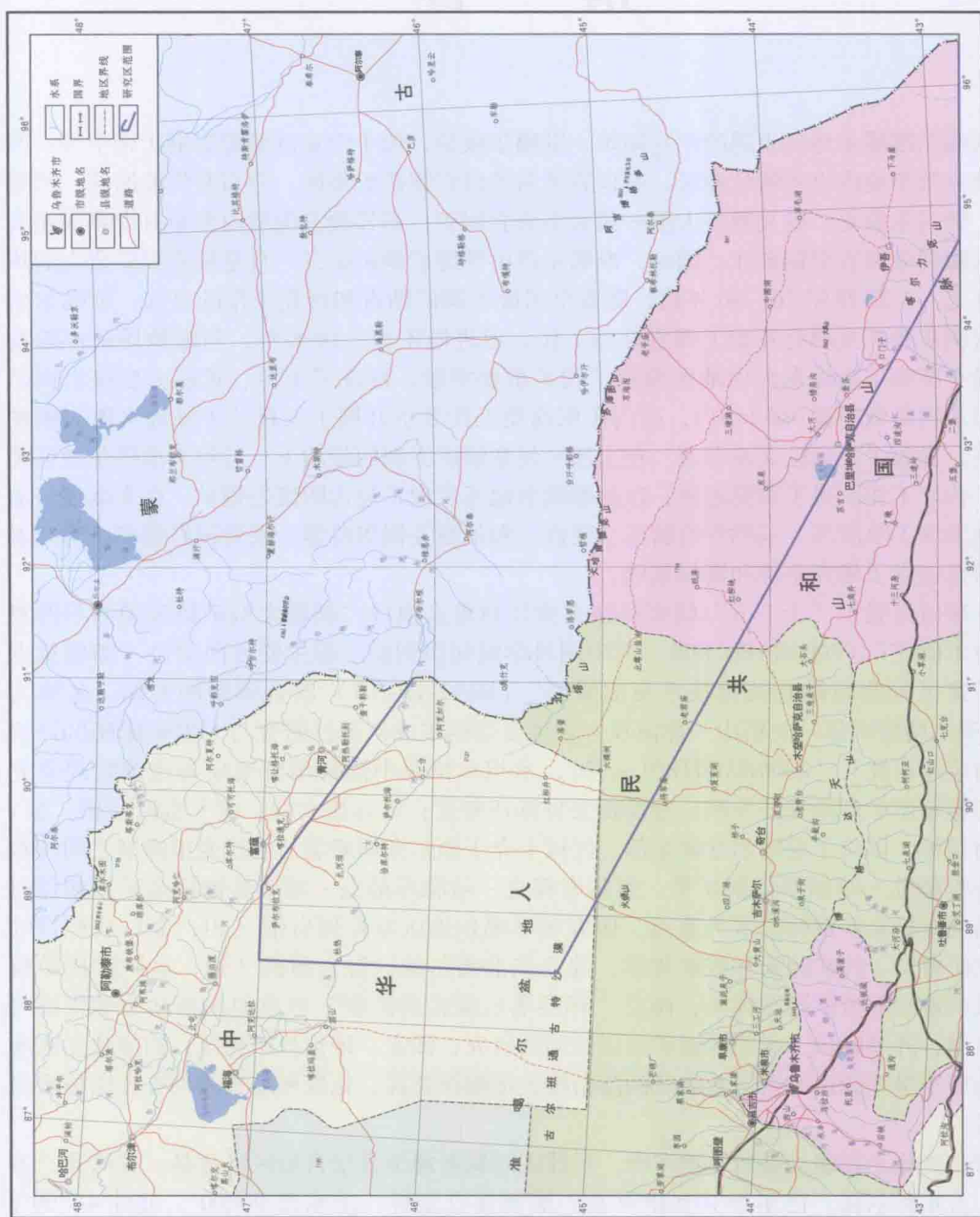


图0.1 研究区位置与交通图

研究区总体地貌景观为低山丘陵区,但北部中蒙边境的北塔山、哈甫提克山及西南缘的莫钦乌拉山为中高山区。大片的低山丘陵区为准噶尔盆地的东延部分,由淖毛湖戈壁、二百四十里戈壁、将军戈壁、三塘湖盆地等组成,平均海拔高 1000m 左右,相对高差 400m。北塔山最高海拔 3290m,哈甫提克山最高海拔 2831.3m,莫钦乌拉山最高海拔 3962m。区内属大陆性气候,夏季酷暑炎热,气候干燥;冬季严寒凛冽。区内交通便利,228 省道和 303 省道分别从研究区东部和南部通过,除北塔山、大小哈甫提克山和莫钦乌拉山等部分地区需用马匹作为交通工具外,全区可通行各类越野汽车。

东准噶尔地区的地质调查工作始于 19 世纪末,主要是一些外国学者的路线地理及地质调查。1930 年,我国著名地质学家袁复礼教授由奇台县出发向北经南明水、卡拉麦里至三台进行了地质调查,奠定了东准噶尔地质调查的初步基础。大规模的地质工作始于新中国成立后的 20 世纪 50 年代末。1958~1981 年,新疆地质矿产勘查开发局(地质局)第一区调大队经过 20 多年的努力,完成了全区 1:20 万区域地质调查工作,编制了 1:20 万区域地质图、矿产图及说明书,涉及研究区的 22 个 1:20 万图幅。1980~1996 年,新疆地质矿产勘查开发局在东准噶尔地区重要成矿带上开展了以寻找金、铜镍、钨锡等矿产为主的 1:5 万区域地质矿产调查,完成了约 40 个 1:5 万图幅。1997~2003 年,新疆地质调查院承担了中国地质调查局下达的纸房幅 1:25 万区域地质调查、三塘湖以北地区和卡拉麦里地区 1:5 万区域地质矿产调查,涉及 1:25 万图幅 1 个、1:5 万图幅 11 个,是该地区“第二代地质填图”的成果。2003~2009 年,新疆加大了 1:5 万区域地质矿产调查的力度,完成了北塔山牧场及白石湖一带等地的 17 个图幅。

在地球物理勘查方面,研究区大部分地区完成了 1:100 万航空磁法测量,但由于东部为中-蒙边界,因此沿国境线形成部分航磁空白区;研究区北部富蕴-红柳峡一带完成了 1:10 万和 1:20 万航空磁法测量。北部富蕴-红柳峡、东部克孜勒塔格-琼河坝一带完成了 1:20 万区域重力测量,但区内汉水泉幅、东泉幅、三塘湖幅及淖毛湖幅南部属 1:20 万重力空白区。区内一些重要的矿区还开展了大比例尺的地面物探工作。在地球化学勘查方面,1955~1985 年配合 1:20 万区域地质调查,同步进行了 1:20 万金属测量;1986~2000 年国家 305 项目、新疆地质矿产勘查开发局等系统开展了 1:20 万化探扫面工作,研究区 1:20 万化探已全面覆盖。2005 年开始,在开展 1:5 万地质矿产调查的同时,分别在红柳沟-苏吉泉、琼河坝、也布山、白石湖一带等地部署了 1:5 万化探普查,共计 16 个图幅。

研究区斑岩铜矿勘查工作始于 20 世纪 70 年代末,1978~1980 年,新疆地质矿产勘查开发局第五地质大队开展了“青河县卡拉先格爾铜矿区详查”;1990~1991 年,新疆地质矿产勘查开发局第二区调队完成了“富蕴县索尔库都克铜矿及外围普查”;305 项目“七五”期间开展了“新疆北部斑岩铜矿前景调研”;“八五”期间,开展了“绿石沟铜矿索尔库都克铜矿及外围靶区评价研究”。这一时期,在勘查上发现了一批中小型斑岩铜矿床,在研究方面,初步总结了新疆北部斑岩铜矿的成矿条件和找矿靶区,为进一步开展斑岩铜矿勘查及研究工作奠定了良好的基础,但在斑岩铜矿找矿方面未取得实质性的重大进展。进入 21 世纪,随着东天山土屋、延东大型斑岩铜矿床的发现,进一步带动了新疆其他地区斑岩铜矿的勘查和研究工作,在东准噶尔地区发现了哈腊苏斑岩铜矿、蒙西铜

矿、和尔赛铜矿及铜华岭铜矿。针对这些斑岩铜矿床发表了一批研究成果^①（杨文平等，2005；万博等，2006；宋会侠等，2007；赵战锋等，2009；郭丽爽等，2009；龙灵利等，2009；屈迅等，2009，2010；杜世俊，2010）。在斑岩铜矿勘查不断有新发现的同时，新疆斑岩铜矿研究工作也在不断地深化。2005年，新疆地质矿产勘查开发局完成了“新疆北部斑岩型铜（钼、金）矿成矿规律研究与找矿靶区优选”，吴淦国等（2008）出版了《新疆北部斑岩铜矿带》专著。在新疆北部83个1:20万图幅中系统地提取了斑岩体和中-酸性浅成相岩体875处，并建立了斑岩体数据库，在新疆北部划分出25个斑岩型铜（钼金）矿带，建立了土屋-延东铜矿、哈腊苏铜矿地质找矿模型、地球物理-地球化学找矿模型以及斑岩型矿产综合预测找矿模型，提出了52个斑岩铜（钼金）找矿靶区。其中所划分的索尔库都克、哈腊苏-卡拉先格尔、乌伦布拉克-溴水泉、塔黑尔巴斯套、琼河坝-云英山等斑岩铜矿带皆位于此次研究的工作区，为该区斑岩铜矿研究奠定了基础。

根据对以往工作程度的分析，我们提出了如下东准噶尔地区斑岩铜矿找矿研究需解决的关键问题：①东准噶尔斑岩铜矿带在全球、中亚、新疆的构造位置及其形成的大地构造背景是什么？具体地讲，东准噶尔斑岩铜矿，在新疆范围内其与土屋等斑岩铜矿的联系，在中亚范围内其与南蒙古和哈萨克斯坦斑岩铜矿带的时空联系；②东准噶尔斑岩铜矿形成的构造背景及成矿作用的演化特征；③对于具体矿床，其成矿模型与成矿模式的建立和成矿预测；④在技术方法方面，由于东准噶尔斑岩铜矿带特定的地质与地形条件的限制，有些方法可能不能使用或使用效果不理想，有些方法需要改进野外施工工艺，以及不同矿床研究与勘探程度不同，需要不同方法的组合。

针对专题目标任务，专题组于2007~2010年开展了野外调查及室内综合研究工作。在科学研究过程中，专题组研究人员选择东准噶尔地区关键的地质构造问题和斑岩铜矿成矿理论研究的关键问题，针对东准噶尔地区地质地形条件的综合找矿方法等开展了攻关研究。研究区多为荒漠戈壁无人区，工作条件艰苦。其中琼河坝地区每年7~8月期间异常炎热，最高气温达45℃。研究人员克服高温酷暑与洪水对工作的影响，克服了工作区路况不好、生活条件差、交通不便的困难，高质量、超计划地完成了野外调查、资料与数据的测试和收集工作。

专题在执行过程中主要开展了以下工作：①重点研究区4个，即琼河坝斑岩铜矿矿集区、哈腊苏斑岩铜矿矿集区、纸房地区岩浆演化与基底特征研究区、与库兰-库布苏斑岩铜金矿区；②重点研究矿床5个，即和尔赛斑岩铜矿、蒙西斑岩铜矿、玉勒肯斑岩铜矿、宝山铁铜矿与淖毛湖明矾石矿；③考察矿床区22个，即琼河坝铜矿、琼河坝铁矿、绿石沟铁铜矿、灰西沟铁矿、伊吾北山金矿、天工石铁铜矿、桑南铜矿、盐池北山铜矿、老爷庙铁矿、老爷庙金矿、双峰山金矿、1583金矿、塔黑尔巴斯套铜矿、红柳沟金矿、野马泉-库布苏金矿、老山口金矿、汇源铁矿、科克萨依金矿、卡拉先格尔铜矿、哈依尔根铜金矿、玉勒肯哈腊苏铜矿、加马特铜矿、哈达逊铜铁矿、希勒库都克钼矿与索尔库都克铜矿等；④地质构造背景考察区7个，即琼河坝地区、牛圈湖地区、老爷庙地区、盐池-三塘湖地区、纸房地区、野马泉-红柳沟地区、青河-富蕴地区，调研路线约1000km；⑤重点观察点200多个。此外，为了开展东准噶尔与南蒙古及其邻区成矿地质背景与斑岩铜

① 张锐，张云孝，佟更生. 2005. 新疆包古图铜矿地质特征及成因浅析. 中国科学技术协会2005年学术年会.

矿成矿特征的对比研究，专题组负责人董连慧与徐兴旺分别赴俄罗斯与蒙古国开展了野外考察与对比研究。通过上述工作完成实物工作量见表 0.1。

表 0.1 完成的主要实物工作量一览表

工作内容	单位	工作量	工作内容	单位	工作量
区域 1:5 万构造剖面	km	10	激电测深	点	11
矿田 1:1 万构造剖面	km	5	薄片切制	片	400
1:5 万地质图修编	km ²	60	流体包裹体片切制	片	46
1:1 万地质图修测	km ²	12	单矿物分选	件	137
1:2000 地质图修测	km ²	2	主元素、微量元素、稀土元素分析	件	67
钻孔岩心观察	m	1500	Rb - Sr - Sm - Nd - Pb 同位素分析	件	37
探槽观察与编录	m	2000	辉钼矿 Re - Os 定年 (3 组)	点	18
磁法、激电、化探测量	km ²	2	锆石 SHRIMP U - Pb 定年	件	3
CSAMT 剖面测量	点	440	锆石 SIMS U - Pb 定年	件	19
TEM 剖面测量	点	136	锆石 LA - ICPMS 定年	件	10
大地电磁测深 (MT)	点	44	锆石 Hf 同位素	件	20
1:1 万重力剖面	km	35.56	Ar/Ar 测年	件	10
1:1 万高精度磁测剖面	km	43.2	探针分析	点	500
1:1 万激电中梯剖面	km	23.4	锆石制靶	个	9
1:1 万频谱激电剖面 (SIP)	km	1.84	锆石 CL 图像	个	59
γ 能谱测量	点	294	硫同位素	件	18

在专题组全体科研人员的共同努力下，经过 4 年的攻关研究，本专题在东准噶尔区域成矿条件与成矿规律、斑岩铜矿成矿理论、典型矿床、评价技术与方法及成矿预测等方面都取得了一系列的重要成果与创新性认识。

1) 在区域成矿条件研究方面：发现东准噶尔地区存在 2.52Ga 的古陆，其在 1.88Ga 时发生变质形成斜长角闪岩；东准噶尔地区在 432Ma 时曾在岩浆弧背景下形成弧内裂谷构造；研究与发现截切纸房 NW 向蛇绿岩带的红柳峡地区韧性斜冲剪切带的形成时间约为 343Ma。这意味着在 343Ma 之前以卡拉麦里蛇绿岩带为代表的准噶尔洋已关闭，并在该时间段碰撞造山；东准噶尔碰撞前的岩浆活动具有从野马泉 - 琼河坝弧向萨吾尔弧迁移的特征，建立了东准噶尔地区构造演化的新模型；利用 MT 技术探查了卡拉先格尔断裂带的深部结构，结果显示其在剖面上呈向南西陡倾的特征。

2) 在成矿规律方面：指出东准噶尔斑岩铜矿带形成于两种岛弧背景，哈腊苏斑岩铜矿带形成于岛弧，而野马泉 - 琼河坝斑岩铜矿带形成于陆缘弧。前者以 Cu - Au 矿为主，后者以发育 Cu - Mo 矿为特征。根据斑岩铜矿形成的构造背景，将东准噶尔地区的斑岩铜矿划分为俯冲阶段形成的陆缘弧 Cu - Mo 矿床与岛弧型 Cu - Au 矿床及后碰撞阶段与断裂构造有关的 Mo 矿床与 Au 矿床。根据斑岩铜矿矿石的结构构造与蚀变变形特征，将东准噶尔斑岩铜矿分为和尔赛型斑岩铜矿、断裂带背景下的斑岩铜矿与叠加改造型斑岩铜矿。

3) 提出了“环准噶尔斑岩铜矿带”的概念与形成机制。通过对大地构造与斑岩铜矿分布规律的研究，指出中亚斑岩铜矿主要分布于斋桑 - 乔夏哈拉 - 布尔根 - 比基蛇绿岩带

与长阿吾子-那拉提-古洛沟-库米什-红柳河蛇绿岩带之间的古生代建造中,有3个成矿集中区:环巴尔喀什湖斑岩铜矿带、环准噶尔斑岩铜矿带与欧玉陶勒盖斑岩铜矿区。

4) 在和尔赛斑岩铜矿床中发现了富铜钠长斑岩侵入体,指出其为新类型斑岩铜矿——岩浆型斑岩铜矿。在桑南铜矿区发现了富黄铜矿的斑岩包体,初步研究结果显示其为典型的岩浆斑岩铜矿。这一方面说明岩浆成因的斑岩铜矿的普遍性;另一方面说明确实存在富硫化物的斑岩岩浆。提出了深成斑岩铜矿矿化与蚀变分带的流体构造动力学模型。

5) 和尔赛斑岩铜矿床研究取得了以下新认识:①矿区外围泥盆纪地层与花岗闪长岩之间为不整合接触关系,在矿区发现与识别出一套含矿隐爆角砾岩;②系统岩体岩石学、地球化学与年代学研究表明,矿区经历了多期次的岩浆侵位,花岗岩形成于429Ma,富硫化物钠长斑岩形成于418Ma,花岗闪长岩与早期花岗闪长斑岩形成于411~413Ma,晚期花岗闪长斑岩形成于405Ma,与成矿有关的花岗闪长岩和花岗闪长斑岩的岩浆为古洋壳俯冲过程中部分熔融的产物;③系统开展了矿床成矿流体构造、矿化蚀变类型及其分布特征、矿石类型与矿床类型、成矿时代等方面的综合研究,建立了和尔赛斑岩铜矿的成矿模型。

6) 蒙西斑岩铜矿床研究取得了以下新认识:①在矿区地质方面,指出矿区花岗斑岩的产出与分布受NW向断裂控制,厘定了矿区含矿斑岩围岩的地层层序,发现了富硫化物的火山沉积建造,指出研究区具有寻找块状硫化物矿床的潜力与条件;②开展了矿区花岗斑岩岩石学、年代学与锆石Hf同位素的研究,结果显示破碎变形的核锆石年龄为 (442.2 ± 3.5) Ma,锆石环带的年龄为 (412.7 ± 3.3) Ma;③系统开展了矿床成矿流体构造、矿化蚀变类型及其分布特征、脉体类型及其统计分析、矿石类型与矿床类型、成矿时代、流体包裹体及硫同位素等方面的综合研究,建立了蒙西斑岩铜矿的结构模型。

7) 对玉勒肯-卡拉先格尔斑岩铜矿带取得了以下认识:①在区域地质方面,发现并指出协克特-希勒克特哈腊苏一带存在NNW向韧性剪切带,指出卡依尔-二台断裂东侧山区从北西往南东抬升与剥蚀深度增加,玉勒肯-卡拉先格尔斑岩铜矿带的剥蚀程度是南高北低;②时代研究方面,对卡拉先格尔铜矿Ⅱ、Ⅲ号矿区含矿斑岩进行了锆石LA-ICP-MS U-Pb年龄测定,结果为 (390.2 ± 3.9) Ma和 (393.3 ± 9.8) Ma;③厘定了玉勒肯斑岩铜矿矿区变形构造序次、成矿岩体的侵位次序与结构、矿床矿石类型与控矿构造,开展了糜棱岩化花岗闪长斑岩锆石U-Pb年龄与辉钼矿Re-Os年龄的研究,结果显示矿床矿石类型多样,形成于多次的改造与叠加成矿作用,与韧性变形有关的改造与叠加成矿作用发生在360~362Ma,晚期与钾化伴生的后碰撞金铜成矿作用发生在332Ma。建立了矿床形成的成矿模式。

8) 对宝山铁铜矿重点开展了矿床类型与矿石类型的研究,建立了矿床成因模型,指出宝山铁矿深部具有寻找铜矿的潜力。

9) 在斑岩铜矿评价技术方法应用研究方面开展了以下工作:①开展斑岩铜矿成矿预测研究方法研究,建立了东准噶尔地区干旱荒漠区等自然景观区的高精度大地测深物探、化探和遥感等勘查方法技术组合体系;②开展了琼河坝地区遥感岩性信息提取与岩体识别研究;③在琼河坝地区1:5万物探扫面异常区开展了1:1万物探查证与钻探验证研究;④开展了高密度电法、CSAMT与MT剖面数据的融合处理研究。

10) 分别建立了哈腊苏斑岩铜矿与蒙西斑岩铜矿的地质找矿模型、地球化学-地球

物理找矿模型及综合找矿模型。预测哈腊苏-卡拉先格尔斑岩铜矿带和蒙西-和尔赛斑岩铜矿带为两个具有寻找大型斑岩铜矿的矿集区,并在其中圈定了9个成矿靶区。预测两个靶区Cu资源量分别为 $132 \times 10^4 \text{t}$ 与 $204 \times 10^4 \text{t}$,合计 $336 \times 10^4 \text{t}$ 。

11) 通过对蒙西斑岩铜矿矿区地质、矿床地质与地球物理的综合研究,圈定了成矿靶区与找矿靶位,预测铜资源量约为 $151 \times 10^4 \text{t}$ 。经钻探验证已获 $333 + 334$ 铜资源量 $50 \times 10^4 \text{t}$ 。

12) 开展了淖毛湖明矾石矿矾类矿物矿物学、地球化学与同位素研究与MT探查,指出淖毛湖矿区存在浅成低温金矿的成矿作用,具有寻找浅成低温金矿与斑岩型Cu-Au矿床的潜力。

本书共由7章构成,第1章介绍了区域成矿背景;第2章介绍了典型矿床研究进展;第3章介绍了在斑岩铜矿区域成矿条件与成矿规律方面的新认识与研究进展;第4章介绍了东准噶尔地区新发现的斑岩铜矿成矿现象与成矿机理研究进展;第5章为斑岩铜矿评价技术方法应用研究及重要找矿进展;第6章为东准噶尔地区大型斑岩铜矿靶区圈定及预测;第7章为研究成果与存在问题及研究建议的总结。

本书编写分工如下:前言由董连慧、徐兴旺、屈迅撰写;第1章由屈迅、董连慧撰写;第2章由徐兴旺、张连昌、屈迅、梁广林、邓刚撰写;第3章由徐兴旺、董连慧、屈迅、张连昌撰写;第4章由徐兴旺、屈迅、梁广林、邓刚撰写;第5章由梁光河、徐敏山、肖骑彬撰写;第6章由屈迅、梁广林、周刚、邓刚、许英霞撰写;第7章由董连慧、徐兴旺、屈迅撰写。统稿工作由徐兴旺、屈迅负责;编排与校对由吴琪、相鹏、刘杰负责。

4年来,专题组在新疆维吾尔自治区人民政府国家305项目办公室的领导下,组织了由中国科学院地质与地球物理研究所及新疆地质矿产勘查开发局研究人员共同组成的研究队伍。中国科学院地质与地球物理研究所参加工作的研究人员包括徐兴旺、梁光河、张连昌、姜能、蔡新平、肖骑彬、郑祥身计7人;博士后与研究生12人,即许英霞、武薇、杜世俊、张永、万博、相鹏、符超、吴华英、张晓静、吴琪、刘杰、热亚尼古丽·杰力力;辅助人员6人,即梁爽、李正坤、张治汉、王道文、尤德彪、李小春。新疆地质矿产勘查开发局参加工作的研究人员包括董连慧、屈迅、刘德权、唐延龄、周汝洪、关维娜,及地质一大队梁广林及其项目组成员吴慧平、张征峰、闫西林、乔家昌、高长荣与肖鸿等9人,地质六大队程松林、邓刚、贾红旭、卢鸿飞、张明君、周刚、陈疆、赵玉明、白显峰、卢全才等11人,地质四大队周刚、刘国仁、王祥、何斌、张心武、刘振江等6人,物化探大队的徐敏山等。在本专题实施过程中,新疆地质矿产勘查开发局地质一大队、四大队与六大队、物化探大队给予了大力支持,特别是在中国科学院地质与地球物理研究所主导的地球物理方法研究与实验过程中,地质六大队与一大队给予了大量的人力与物力配合。在此一并表示感谢。

目 录

前言

1 区域成矿背景	(1)
1.1 区域地质概况	(1)
1.1.1 地层	(1)
1.1.2 侵入岩	(2)
1.1.3 火山岩	(3)
1.1.4 变质岩	(3)
1.2 区域地质构造特征	(4)
1.2.1 地质构造研究现状	(4)
1.2.2 构造单元划分	(6)
1.2.3 蛇绿岩带特征	(7)
1.2.4 构造单元特征	(8)
1.3 区域地球物理特征	(10)
1.3.1 区域磁场特征	(10)
1.3.2 区域重力场特征	(11)
1.4 区域地球化学特征	(12)
1.4.1 主要成矿元素背景特征	(12)
1.4.2 主要成矿元素富集分布特征	(13)
1.4.3 地球化学块体特征	(14)
1.5 区域矿产特征	(15)
1.5.1 主要金属矿床类型	(15)
1.5.2 成矿带划分及主要斑岩铜矿带	(18)
2 典型斑岩铜矿床研究	(21)
2.1 和尔赛斑岩铜矿	(21)
2.1.1 区域背景	(21)
2.1.2 矿区地质	(27)
2.1.3 地球化学特征	(30)
2.1.4 矿床地质	(41)
2.1.5 成矿时代及矿床模型	(47)
2.2 蒙西斑岩铜矿	(57)
2.2.1 区域背景	(57)
2.2.2 矿区地质	(61)

2.2.3	花岗斑岩锆石 U-Pb 年龄与 Hf 同位素特征	(65)
2.2.4	矿床地质	(74)
2.2.5	矿床地球化学	(89)
2.2.6	成矿时代及矿床模型	(94)
2.3	玉勒肯哈腊苏斑岩铜矿	(96)
2.3.1	区域成矿背景	(96)
2.3.2	矿区地质	(101)
2.3.3	含矿斑岩地球化学特征	(105)
2.3.4	矿床地质	(108)
2.3.5	成矿时代及矿床模型	(112)
3	斑岩铜矿成矿条件与成矿规律研究	(116)
3.1	区域成矿背景几个关键问题的讨论	(116)
3.1.1	东准噶尔 2.5Ga 古陆的发现及其意义	(116)
3.1.2	东准噶尔早古生代弧内裂谷构造的厘定及其成矿学意义	(124)
3.1.3	红柳峡韧性斜冲剪切带形成时代及其厘定的构造意义	(130)
3.1.4	卡拉先格尔断裂深部结构的 MT 探测	(137)
3.2	东准噶尔斑岩铜矿带构造背景的研究	(148)
3.2.1	哈腊苏斑岩铜矿带岩石地球化学特征及其形成的构造背景	(148)
3.2.2	野马泉-琼河坝古生代岩浆弧的地球化学特征与形成构造背景	(152)
3.3	东准噶尔斑岩铜矿类型与时空格局	(159)
3.3.1	东准噶尔斑岩铜矿类型及其时空分布	(159)
3.3.2	东准噶尔地区斑岩铜矿的结构构造类型	(160)
3.4	东准噶尔斑岩铜矿区域成矿模式	(161)
3.4.1	岩浆活动时空分布格局	(161)
3.4.2	区域成矿模式	(161)
3.5	环准噶尔斑岩铜矿带的提出及其形成机制	(164)
3.5.1	环准噶尔地区构造单元的厘定与划分	(164)
3.5.2	环准噶尔斑岩铜矿的特征与分布	(164)
3.5.3	构造演化与环准噶尔斑岩铜矿的形成	(165)
3.6	中亚斑岩铜矿分布规律	(169)
4	斑岩铜矿的重要成矿现象与成矿机理研究	(171)
4.1	和尔赛富铜钠长斑岩侵入体的发现及成矿学意义	(171)
4.1.1	和尔赛斑岩铜矿地质特征	(171)
4.1.2	富矿钠长斑岩的岩石、年代学与变形	(171)
4.1.3	钠长斑岩的矿化特征	(174)
4.1.4	成矿矿物集合体形成的温-压条件与成矿流体特征	(177)
4.1.5	讨论与结论	(181)
4.1.6	和尔赛富矿钠长斑岩侵入体的成矿学意义	(181)
4.2	桑南富铜斑岩包体的发现及其成矿学意义	(182)

4.2.1	桑南铜矿区地质特征	(182)
4.2.2	桑南铜矿床特征	(182)
4.2.3	富铜花岗闪长斑岩包体特征	(184)
4.2.4	富铜花岗闪长斑岩包体发现的意义与有待进一步研究的问题	(185)
4.3	深成斑岩铜矿成矿分带成因新模型	(187)
4.3.1	问题的提出	(187)
4.3.2	成矿流体结晶固化与蚀变过程体积膨胀现象的发现	(187)
4.3.3	正岩浆斑岩铜矿成矿分带成因模型	(189)
5	斑岩铜矿评价技术方法应用研究	(192)
5.1	东准噶尔斑岩铜矿评价技术方法综合研究进展	(192)
5.1.1	斑岩铜矿成矿预测研究方法	(192)
5.1.2	斑岩铜矿评价技术体系	(193)
5.2	琼河坝地区遥感岩性信息提取与岩体识别	(193)
5.3	琼河坝地区 1:5 万物探扫面异常的物探查证与钻探验证	(194)
5.3.1	DJ09-07 异常综合物探查证	(195)
5.3.2	DJ09-10 异常综合物探查证	(198)
5.3.3	DJ09-11 异常综合物探查证	(203)
5.3.4	DJ09-7 异常的钻探验证	(206)
5.4	高密度电法、CSAMT 与 MT 剖面数据的融合处理研究	(207)
5.4.1	问题的提出	(207)
5.4.2	研究思路、基本原理与技术方法	(207)
5.4.3	和尔赛斑岩铜矿区高密度电法、CSAMT 与 MT 剖面数据的融合研究	(209)
6	大型斑岩铜矿靶区圈定及资源量预测	(210)
6.1	综合找矿模型建立	(210)
6.1.1	哈腊苏斑岩铜矿综合预测找矿模型	(210)
6.1.2	蒙西斑岩铜矿综合预测找矿模型	(215)
6.2	大型斑岩铜矿靶区圈定及资源量预测	(222)
6.2.1	斑岩铜矿靶区圈定及优选	(222)
6.2.2	靶区预测资源量估算	(225)
6.3	靶区验证与找矿进展	(227)
6.3.1	蒙西斑岩铜矿床靶区验证与找矿进展	(227)
6.3.2	和尔赛斑岩铜矿地物化综合勘查、隐伏矿预测与靶区验证	(236)
6.3.3	斑岩铜矿成矿模型的应用研究——淖毛湖明矾石矿成矿预测	(242)
6.3.4	蒙西南靶区查证与琼河坝和桑南斑岩铜矿的发现	(246)
6.3.5	资源潜力分析	(255)
7	结束语	(258)
7.1	主要成果	(258)
7.1.1	东准噶尔斑岩铜矿区域成矿条件与成矿规律方面的创新性认识	(258)
7.1.2	斑岩铜矿成矿机理方面的创新性认识	(259)

7.1.3	典型矿床研究方面的进展	(259)
7.1.4	斑岩铜矿评价技术方法应用研究	(260)
7.1.5	成矿预测与重要找矿进展	(261)
7.1.6	人才培养与研究论文	(261)
7.2	存在问题与今后工作建议	(262)
7.2.1	存在问题	(262)
7.2.2	今后研究工作建议	(262)
致 谢		(263)
参考文献		(264)
附本专题发表论文目录		(276)

1 区域成矿背景

1.1 区域地质概况

1.1.1 地层

研究区以古生代地层为主体,在北部分布少量长城系,在盆地边缘分布有中生代地层。下面按地层时代做一简述。

1.1.1.1 前寒武系

前寒武系主要分布于阿尔泰山南缘,呈零星分布。长城系苏普特岩群(ChS),属角闪岩相片麻岩、混合岩夹角闪斜长岩及极少大理岩,原岩可能含双峰式火山岩;南华系富蕴岩群(NhF),为角闪岩相变质岩,原岩可能以基、酸性双峰式火山岩为主,偶夹大理岩;震旦系库卫群(ZK)分布于玛因鄂博断裂以北,为一套中深变质的片麻岩夹斜长角闪岩、变粒岩建造。

另在研究区南红柳峡一带,1:25万区域地质调查划分出长城系的扎曼苏岩群和道草沟岩群,原岩为陆源碎屑岩、中酸性火山岩夹少量碳酸盐岩,但此次研究认为其时代可能为志留-泥盆纪。

1.1.1.2 早古生代地层

研究区早古生代地层主要为奥陶系-志留系。中奥陶统加波萨尔组(O_2j),仅有少量分布,下未见底,与上覆中-上奥陶统不整合接触,为碳酸盐岩、陆源碎屑岩和中性火山岩;中-上奥陶统荒草坡群($O_{2-3}hc$),岩性主要为变质达绿片岩相的陆源碎屑岩、碳酸盐岩和中、酸性火山岩,与上覆中-上奥陶统大柳沟组整合接触,该套地层为蒙西斑岩铜矿含矿建造;中-上奥陶统大柳沟组($O_{2-3}d$),主要为变质达绿片岩相的中-酸性或中-基性火山岩夹陆源细碎屑岩;中志留统白山包组(S_2b)主要分布于研究区中部北塔山牧场一带,岩性主要为以灰绿色为主的陆源碎屑岩、凝灰质碎屑岩、凝灰岩夹少量灰岩和基、中、酸性熔岩。

1.1.1.3 晚古生代地层

泥盆系主要包括下泥盆统康布铁堡组(D_1k)、托让格库都克组(D_1t)、卓木巴斯套组(D_1zh),中泥盆统北塔山组(D_2bt)、蕴都卡拉组(D_2yd)、乌鲁苏巴斯套组(D_2w),上泥盆统霍尔勒库都克组(D_3hg),下一上泥盆统卡拉麦里山组($D_{1-3}k$),上泥盆统一下

石炭统江孜尔库都克组 (D_3-C_{1j})。下泥盆统由滨海—浅海相中基性、中酸性火山碎屑岩和正常碎屑岩组成,西部见中基性火山岩,其中下泥盆统康布铁堡组是研究区以北火山沉积型铁多金属矿的主要含矿建造。中泥盆统广泛发育火山岩建造,以滨海、浅海相—海陆交互相,甚至为陆相的中酸性、中基性火山岩及其碎屑岩,北塔山组中见枕状玄武岩和放射虫硅质岩,北塔山组是研究区哈腊苏斑岩铜矿主要的含矿围岩。

石炭系主要由下石炭统黑山头组 (C_{1h})、姜巴斯套组 (C_{1j})、那林卡拉组 (C_{1n}) 和上石炭统巴塔玛依内山组 (C_{2bt}) 组成。主要为陆源碎屑岩及火山碎屑岩建造,上石炭统出现陆相杂色基、中、酸性火山岩和陆源碎屑岩及可采煤层或煤线。

二叠系主要由下二叠统别勒库都克组 (P_1b), 下一中二叠统胜利沟组 ($P_{1-2}shl$), 中二叠统卡拉岗组 (P_2k)、将军庙组 (P_2j)、平地泉组 (P_2p), 上二叠统红雁池组 (P_3h) 等地层单元组成。下一中二叠统主要为杂色陆相陆源碎屑岩夹泥灰岩,含硅化木,中二叠统为陆相双峰式火山岩建造,上二叠统为陆相红色磨拉石沉积。

1.1.1.4 中新生代地层

三叠系仅在研究区西部准噶尔盆地东缘一带分布,下统为以湖相为主的杂色陆源细碎屑岩,中—上统为河湖相灰绿、蓝绿色陆源细碎屑岩夹炭质页岩,上统以湖相陆源细碎屑岩、河湖相砾岩、砂岩、泥岩的旋回式沉积为主,偶夹煤线、菱铁矿结核及叠锥灰岩薄层。

侏罗系主要分布于三塘湖盆地及各山间盆地边缘,为陆相河湖相沉积,下一中侏罗统为湖沼相含煤陆源碎屑岩,中—上侏罗统为河湖相红色陆源粗碎屑岩。

白垩系在区内分布零星,下统为绿、红不同色调的湖相陆源碎屑岩,上统为山麓河流相红色陆源粗碎屑岩夹泥岩及钙质结核和滨湖相—浅湖相陆源碎屑岩。

新生界在盆地内广泛发育,古新统与始新统为河湖相红、褐色陆源细碎屑岩;始新统与渐新统为浅湖相灰绿色陆源细碎屑岩夹灰岩;渐新统与中新统为河湖相棕红色陆源碎屑岩;中新统为湖相灰绿色陆源细碎屑岩;上新统为山麓河流相苍棕色或土黄色泥岩、砂岩、砾岩旋回式沉积;第四系主要为冲洪积层及松散砂砾岩层。

1.1.2 侵入岩

研究区主要分布古生代侵入岩,包括与板块俯冲有关的岛弧钙碱性系列中酸性侵入岩、后碰撞伸展阶段形成的镁铁—超镁铁杂岩以及后造山阶段形成的碱性侵入岩,可划分为萨尔布拉克、卡拉麦里—伊吾、三塘湖、老爷庙和双井子等5个侵入岩带。

1) 萨尔布拉克岩带:志留纪侵入岩为钙碱性系列,为铝过饱和、富钠型的闪长岩—花岗闪长岩—二长花岗岩序列;石炭纪侵入岩总体表现为两个序列,其中橄榄苏长岩—闪长岩序列以富蕴县喀拉通克含镍基性—超基性杂岩体为代表,辉长岩—钠质花岗岩序列由钙碱系列富碱类型,铝不饱和的具正常结晶结构的辉长岩、闪长岩、花岗闪长岩、二长花岗岩、钠质碱长花岗岩及花岗斑岩等组成;二叠纪侵入岩以石英正长岩为主,为碱性系列、铝不饱和岩石。

2) 卡拉麦里—伊吾岩带:石炭纪侵入岩分布于纳尔曼得和卡拉麦里两条蛇绿岩带之间,多为受断裂控制的巨大岩基,为同熔型成因、钙碱系列富钠类型、铝不饱和类型

岩石。

3) 三塘湖岩带：石炭纪侵入岩多为浅成岩，属辉绿岩-花岗斑岩序列，岩性为钙碱系列富钠类型，铝不饱和的辉绿岩、闪长玢岩、花岗闪长斑岩、花岗斑岩和石英钠长斑岩。

4) 老爷庙岩带：泥盆纪侵入岩为钙碱性系列、铝弱饱和、富钠型；石炭纪侵入岩为钙碱系列偏碱质富钠类型，铝弱饱和的石英闪长岩、花岗闪长岩、斜长花岗岩及二长花岗岩。

5) 双井子岩带：石炭纪侵入岩为浅成岩，岩性为钙碱系列富碱类型，铝不饱和的辉绿岩、辉石闪长玢岩、花岗闪长斑岩、石英钠长斑岩和钾长花岗斑岩。

1.1.3 火山岩

研究区火山岩区分布于准噶尔弧盆系，主要发育古生代海相火山岩，尤以泥盆纪-石炭纪火山岩为多，并有石炭纪、二叠纪和中生代的陆相火山岩，缺少前寒武纪和新生代火山岩，火山岩以钙碱性系列岩石为主，从基性至酸性岩类均有发育，尤以中基性岩类为多。该火山岩区可进一步划分为萨吾尔-二台、谢米斯台-三塘湖、卡拉麦里3个火山岩带。

1) 萨吾尔-二台火山岩带：分布于萨吾尔-二台晚古生代岛弧带和洪古勒楞-阿尔曼太沟弧带，仅见有晚古生代火山岩。在萨吾尔一带，以早石炭世海相和早二叠世陆相火山岩最多，中泥盆世一早二叠世的火山岩为玄武岩-安山岩-英安岩和流纹岩组合；在二台一带，以泥盆纪的玄武岩-安山岩-英安岩和流纹岩组合为主，石炭纪和二叠纪的安山岩-英安岩-流纹岩组合次之。

2) 谢米斯台-三塘湖火山岩带：分布于唐巴勒-卡拉麦里古生代复合沟弧带，主要发育奥陶纪的玄武岩-安山岩组合；中晚志留世玄武岩-流纹岩组合；泥盆纪玄武岩-安山岩-英安岩-流纹岩组合；石炭纪一二叠纪的玄武岩-流纹岩组合、玄武岩-安山岩-英安岩组合、细碧岩-角斑岩-石英角斑岩组合；中晚三叠世碱性玄武岩和流纹岩组合。

3) 卡拉麦里火山岩带：分布于东准噶尔晚古生代陆缘盆地，范围较为局限，主要发育有晚泥盆世陆相-海陆交互的玄武岩-流纹岩组合，具有双峰式火山岩特征；早石炭世主要为产于拉张环境的细碧岩-角斑岩组合及大洋玄武岩，并有超基性岩产出；晚石炭世则为一套陆相的玄武岩-流纹岩组合。

1.1.4 变质岩

区内变质岩不发育，变质作用类型有区域变质作用、接触变质作用和动力变质作用。

区域变质作用主要在研究区北部前寒武纪地层及中、南部奥陶纪-志留纪地层中发育。前者为区域中高温动力变质，达角闪岩相，主要变质岩石为斜长角闪岩、片麻岩、片岩、变粒岩等；后者主要为区域低温动力变质作用，受变质地层为中奥陶统荒草坡群，变质相带划分为低绿片岩相绿泥石带。

接触变质作用主要在岩体与奥陶纪、泥盆纪、石炭纪、二叠纪地层的局部接触地段发育，主要发生在近岩体边部，表现为局部的角岩化和矽卡岩化。

动力变质作用在北部哈腊苏及南部红柳峡一带发育。在玉勒肯哈腊苏矿区形成片理构